

Магнитофоретическое равновесие полидисперсного ферроколлоида

Кузнецов А. А.^{1, 2}

¹Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Электронная почта ответственного автора: andrei.kuznetsov@urfu.ru

Магнитофорез, то есть движение магнитных тел под действием неоднородного магнитного поля, является физической основой многих применений магнитных наночастиц (МНЧ) в биотехнологии и медицине. Примерами таких применений являются магнитное разделение клеток и адресная доставка лекарств. Известно, что чувствительность МНЧ к приложенному градиентному полю является одним из основных факторов, определяющих их пригодность для медицинских целей [1].

В работе проблема магнитофореза рассматривается теоретически на примере задачи о цилиндрическом слое, заполненном суспензией магнитных наночастиц в немагнитной жидкости-носителе. Слой зажат между двумя соосными цилиндрическими стенками, непроницаемыми для частиц. Через ось симметрии цилиндрического слоя проходит проводник с током. Система термостатирована и поддерживается при заданной температуре. В начальный момент времени наночастицы однородно распределены в системе, гидродинамические потоки в системе отсутствуют. Напряженность магнитного поля проводника будет увеличиваться в радиальном направлении от внешней стенки слоя к внутренней. В результате частицы также начнут дрейфовать по направлению к стенке до тех пор, пока магнитный поток в каждой точке системы не будет компенсироваться диффузионным, направленным против локального градиента концентрации. После этого в системе будет достигнуто равновесное неоднородное радиальное концентрационное распределение и макроскопические процессы переноса остановятся. Задача состоит в том, чтобы определить, какой вид будет иметь это распределение в произвольный момент времени при различных параметрах системы.

В приближении разбавленного раствора получено аналитическое решение для концентрационного профиля в монодисперсной системе частиц. Также проанализировано поведение полидисперсной системы. Показано, что распределение частиц по размеру в различных участках системы может существенно отличаться от исходного распределения для однородной системы. Изучено влияние межчастичных взаимодействий (стерических и диполь-дипольных) на равновесный профиль в концентрированных системах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 19-31-60036).

[1] M. Zborowski, J.J. Chalmers, Magnetic Cell Separation, Elsevier, 2007